

## 中国非金属矿产资源领域发展现状与趋势<sup>\*</sup>

谭琦<sup>1,2</sup>, 冯安生<sup>1,2</sup>, 刘新海<sup>1,2</sup>, 刘玉林<sup>1,2</sup>, 赵毅<sup>1,2</sup>

(1. 中国地质科学院郑州矿产综合利用研究所, 河南 郑州 450006; 2. 国家非金属矿资源综合利用工程技术研究中心, 河南 郑州 450006)

**摘要:** 非金属矿产资源是紧密伴随人类生存、延续和社会发展的应用历史最悠久、应用领域最广泛、开发前景最广阔的矿产资源。随着科技的进步和经济的发展, 非金属矿产资源及其产品以优异的性能成为金属材料不可替代的材料, 不断受到人们的重视和青睐。总结了我国非金属矿产资源领域的发展现状以及存在的问题, 提出了开展保护非金属矿功能特性的碎磨装备、大宗及伴生非金属矿资源利用技术和非金属矿物材料深加工技术研究的发展趋势。

**关键词:** 非金属矿; 矿产资源; 功能特性; 发展趋势

中图分类号: TD87 文献标识码: A 文章编号: 1001-0076(2015)04-0052-05

DOI: 10.13779/j.cnki.issn1001-0076.2015.04.011

### The Development Status and Tendency of Nonmetallic Mineral Resources in China

TAN Qi<sup>1,2</sup>, FENG Ansheng<sup>1,2</sup>, LIU Xinhai<sup>1,2</sup>, LIU Yulin<sup>1,2</sup>, ZHAO Yi<sup>1,2</sup>

(1. Zhengzhou Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources CAGS, Zhengzhou 450006, China; 2. China National Engineering Research Center for Utilization of Industrial Minerals, Zhengzhou 450006, China)

**Abstract:** Nonmetallic mineral resources has long application history, extensive application fields, and wide development prospect, accompanied by human existence and social development. With the progress of technology and economy, extensive attention has been attracted on the resources and products of non-metallic mineral and which cannot be replaced by metal material. In this paper, the development status and problems of non-metallic mineral resources in China were summarized. Development tendency on the non-metallic mineral resources in China has been put forward; crushing and milling equipment in protecting functional properties of non-metallic mineral, utilization technology of staple and associated non-metallic mineral, deep processing of non-metallic mineral materials.

**Key words:** nonmetallic mineral; mineral resources; functional properties; development tendency

非金属矿产资源(以下简称非金属矿)是人类生产、生活和社会发展不可缺少的重要矿物原料,它

与金属矿产和燃料矿产并列为三大矿产资源,其制品以独特的物化性能和多品种广泛应用于世界各国

\* 收稿日期: 2015-06-02

基金项目: 中国地质调查局地质矿产调查评价项目(12120115041101); 中国地质调查局地质矿产调查评价项目(12120113087300)

作者简介: 谭琦(1983-), 女, 博士, 主要从事非金属矿资源综合利用方面的研究。

的不同领域,并呈现不断扩大应用领域和增长的趋势。随着社会和经济发展水平的提高,非金属矿作为生活资料和生产资料的必要组成部分,比单纯的生产资料资源显示出更大的活力<sup>[1]</sup>。这一趋势随着社会发展阶段提高还会更加明显。

## 1 中国非金属矿产资源领域发展现状

### 1.1 非金属矿已经成为我国非能源矿业的领头兵,就业人员居非能源矿业各行业之首

非金属矿与金属矿在产量、产值和消费量方面的比值成为衡量一个国家矿业发达程度的参数之一<sup>[2]</sup>。表1为2010年和2011年我国非能源矿产的工业产值。从非金属矿的广泛定义来说,冶金辅料和化工原料矿产也视为非金属矿产。那么可以简化为表2。

表1 2010、2011年我国非能源矿产细分行业产值

矿产分类	年度	
	产值/亿元	
	2010	2011
黑色金属矿产	1 911.68	1 520.01
有色金属矿产	1 206.84	1 054.64
贵金属矿产	579.29	443.89
稀有稀土和分散元素矿产	30.34	20.3
冶金辅助原料	106.15	92.2
化工原料矿产	520.34	406.97
建材及其他非金属矿	1 732.22	1 435.48

表2 2010、2011年我国矿业分行业产值

矿产分类	年度	
	产值/亿元	
	2010	2011
非金属矿	2 358.71	1 934.65
黑色金属矿产	1 911.68	1 520.01
有色金属矿产	1 206.84	1 054.64
稀贵金属矿产	609.63	464.19

由表2可见,2010、2011年我国非金属矿产产值已经分别超过我国黑色、有色和稀贵金属矿产产值。非金属矿对国民经济和社会发展的支撑程度不断提高,已经成为非能源矿业各行业的领头兵。查阅“三率”调查数据库可以看出<sup>[3]</sup>,我国部分大宗非金属矿产工业总产值已超过部分有色金属矿产,如2011年磷矿工业总产值为2 797 540.52万元、萤石工业总产值为1 892 408.53万元,而铅矿工业总产值为665 403.88万元,锌矿工业总产值为2 202 783.64万元;还有一批非金属矿产如石墨、膨

润土、钾盐、石英、石膏、滑石、菱镁矿等的工业总产值与有色金属矿产旗鼓相当。

非金属矿产值已经跃居非能源矿产的第一位,但是这是对细分行业而言,如果把金属矿合并计算,非金属矿产值仍然小于金属矿产值,如图1。

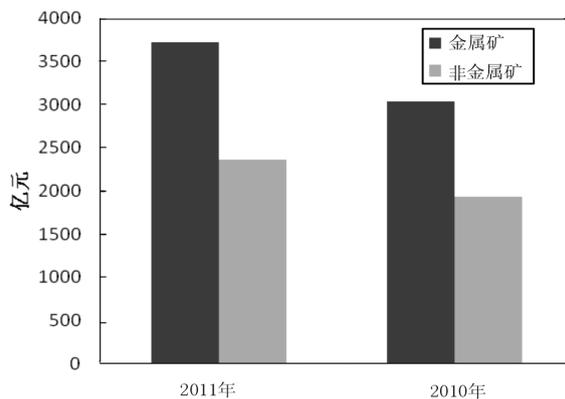


图1 2011年和2010年金属矿与非金属矿产产值对比

非金属矿产的利润总额也在非能源矿产中名列前茅。非金属矿产2010年和2011年两年的利润和也名列非能源矿产的第一位,见表3。

表3 2010、2011年非能源矿业分行业利润水平

矿产分类	年度	
	利润/亿元	
	2010	2011
非金属矿产	338.55	234.31
黑色金属矿产	383.49	259.98
有色金属矿产	229.46	176.87
稀贵金属矿产	198.37	130.34

我国非能源矿业各行业的从业人员数量见表4。从表4中可以看出,我国非金属矿行业的从业人员数量远远超过黑色金属、有色金属和稀贵金属的从业人员数量而位居第一位。可以说,非金属矿行业不仅为国家提供了社会和经济发展的必要原材料,而且为人员就业和社会稳定做出了重大贡献。

表4 2010、2011年非能源矿业分行业就业人员

矿产分类	年度	
	人员/万人	
	2010	2011
非金属矿	188.54	199.89
黑色金属矿产	44.53	43.43
有色金属矿产	37.37	39.96
稀贵金属矿产	18.85	18.55

## 1.2 我国非金属矿持续有效供给形势严峻

我国是世界上非金属矿资源丰富,品种较为齐全的国家之一,但我国矿产资源人均占有量低,资源浪费严重,从而造成了非金属矿产品“高进低出”、自有产品不能满足国家需求以及资源浪费和环境破坏严重的局面,进出口价差达10倍甚至更高<sup>[4]</sup>。

我国的非金属矿长期以来存在结构性供需矛盾。一方面是高品质富矿资源不足,另一方面我国又有大量已经发现并查明储量的非金属矿产资源没有或者难以得到利用。在16种查明资源储量利用程度低于50%的矿产中,许多是目前我国供应相当紧张的矿产,如高铝矾土23%;在查明资源储量利用程度高于70%的19种矿产中,绝大部分为资源相对丰富的优势矿产,如菱镁矿、萤石等。萤石、重晶石、石墨、石棉等矿产的查明资源储量利用程度在90%以上,如同石油一样,几乎已经无可供新建的矿山后备基地。

还要特别注意的是,在一部分非金属矿产资源保障程度大幅减少的同时,一部分优质资源快速减少,中低品位非金属矿的利用技术开发迫在眉睫,如萤石、长石、滑石、蛭石、菱镁矿等。为应对优势资源迅速减少,2010年1月国务院出台了萤石、耐火粘土等限采规定<sup>[5]</sup>。在非金属矿行业内已经形成普遍共识:通过开采、加工、利用整装技术装备创新,从强调资源利用率转变到提高资源利用效率,破解行业集约度低和粗放利用互为制约的困局已成当务之急。

## 1.3 中国非金属矿产资源领域的科学技术亟需发展

我国非金属矿在技术能力不断发展的同时,企业的产品结构和效益也得到了不同程度的提高。宏观来看,我国非金属矿集约化利用程度和矿物材料加工深度方面都有不同程度的改进。“九五”至“十二五”期间国家对多种非金属矿的高效综合利用技术进行了大量的科技投入,使得我国非金属矿工业取得了跨越式的进步,科学技术成就对非金属矿效益贡献度稳步上升,非金属矿工业地位不断提高<sup>[6]</sup>。非金属矿采选业工业利润率从2004年6.27%,2006年8.99%,2007年9.68%,到2011年16.04%。国家非金属矿原材料大量出口,深加工产品进口的局面得到一定程度的遏制。

但是,非金属矿综合利用技术国内外差距依然大。发达国家在集约化、产品系列化和产品稳定性方面达到较高水平,如国外产业集约化程度高澳大利亚主要的非金属矿业公司有8家,拥有澳大利亚非金属矿产资源90%以上的份额<sup>[7]</sup>;英国ECC公司高岭土的年生产能力300万t,占英国总产量的80%。而我国2006年非金属矿企业数为9.09万个<sup>[8]</sup>,产业集中度低,严重影响企业的技术创新和形成价格优势<sup>[9]</sup>;国外产品品种多,规格多以膨润土为例,美国Amcol品种规格可达100多种,国内最好的企业不到20种;国外产品实现质量全程控制,质量稳定性好,国内则是终端控制,产品质量稳定性差<sup>[10]</sup>。

总体来讲,我国非金属矿还属于粗放经营、小而散的状态,因此,非金属矿企业数是金属矿企业数的十几倍,而工业产值接近。非金属矿整体行业形势是企业规模小,产业集中度低,资源利用效率低,非金属矿原材料出口、制成品进口的局面仍然存在,部分优势矿种如萤石、高铝矾土、优质长石、优质滑石等已经出现短缺或者仅有中低品位资源可资利用,共伴生非金属矿利用程度很低。2014年我国出口鳞片石墨13.70万t、球化石墨2.93万t,出口单价分别为846.40美元/t、4826.59美元/t;而同年进口鳞片石墨720t、球化石墨924t,进口金额分别为1282美元/t、12008美元/t。鳞片石墨进口价比出口价增加了50%,球化石墨进口价竟然是出口价的3倍<sup>[11]</sup>。由此可见,我国非金属矿产品精细加工方面与国外差距很大,高附加值产品价格主导权掌握在发达国家手中。因此,加强非金属矿产资源科技发展形势紧迫,意义重大。

## 2 中国非金属矿产资源领域发展趋势

我国经济虽然进入了增速阶段性回落的新常态时期,但对资源的刚性需求总量仍然很大,尤其是非金属矿作为国民经济的基础工业原料和高新技术产业的支撑材料越来越受到重视,非金属矿产品的品质直接影响着下游产业的发展。今后,我国非金属矿产资源领域的科技发展重点围绕以下几个方面。

### 2.1 保护非金属矿功能特性的碎磨设备受到高度重视

非金属矿的特殊性在于其不仅以纯度衡量其可

利用性,更多的时候利用非金属矿物的形貌、粒度、晶体结构特征以及自身的物理化学性能<sup>[12]</sup>。从非金属矿物集合体形态来看,层状、纤维状非金属矿特点更加突出,其加工利用也有着自身的特殊性。如将天然石墨用化学药剂处理,使之在石墨的晶格中形成层间化合物,这种化合物遇热后迅速膨胀,体积增大到原来的几百倍,形成膨胀石墨,价值增长几十倍<sup>[13]</sup>。长期以来,非金属矿专用加工装备缺乏系统研究,借用金属矿山的采选装备,使得相当多的非金属矿产品破碎、磨矿效率低,例如磨碎技术:我国优势资源珍珠岩在开采和破碎过程中产生大量尾矿粉废料,+0.3 m产率占60%左右,不但浪费资源,而且污染环境<sup>[14]</sup>;蛭石+8 m、+4 m、+2 m级别产率不仅低,而且磨碎效率低,过粉碎严重,设备处理量小,矿物的长径比以及径厚比不能保证<sup>[15]</sup>;满足耐火材料工业需要的红柱石产品粒度多为1~3 m或更大的粒度<sup>[16]</sup>,而我国没有一个矿山在该粒级的产率达到30%以上。这些问题归结起来就是把非金属矿粉碎和金属矿粉碎同样处理,而没有考虑其特殊性和适用性的专用技术装备。因此,开展保护非金属矿功能特性的高效碎磨装备研究为我国非金属矿向“以质取胜”的方向发展迈好第一步。

## 2.2 大宗非金属矿资源利用技术从粗放走向合理和精细化

大宗非金属矿是产量和产值巨大的非金属矿种的统称,主要包括高岭土、长石、石墨、滑石、膨润土、萤石、菱镁矿、硅灰石、蓝晶石族矿物等。“九五”至“十二五”期间国家对多种大宗非金属矿种的高效综合利用技术进行了大量的科技投入,取得了跨越式的进步,但仍然有部分大宗非金属矿种的选矿技术落后,不能满足日益增长的社会需求,高质量、高附加值非金属矿产品严重依赖进口的问题突出。社会进步对非金属矿物材料的性能、质量、规格等方面提出更高的要求。碳酸钙、饰面石材等传统产品需求急剧上升;建筑材料、长石、化工用盐、硫、苏打等消费量日益增多;高岭土、滑石、膨润土、硅灰石、云母等填料,磷、硫、海泡石等农肥、土壤改良剂、畜牧用矿物填料等非金属矿产的应用领域日趋扩大<sup>[17]</sup>。因此,亟需充分发挥我国非金属矿资源优势,加快非金属矿深加工技术创新和产业步伐,开发标准化、系列化产品,提高产品的技术含量和附加值,以及在

国际市场上的竞争力。

## 2.3 开辟非金属矿资源的新来源,日趋重视共伴生非金属矿资源

共伴生非金属矿是指在金属矿、非金属矿及煤中共生或伴生的非金属矿产,是一种存量巨大的不可再生矿产资源,由于利用难度大,一度因为利用价值低而被废弃。随着对该类资源认识的不断深入,其已越来越多地受到关注和重视。再加上现有矿产资源日趋枯竭,十分有必要开发共伴生非金属矿的高效利用技术。但由于对该类资源的应用研究前期投入总体不足,在资源综合利用关键技术方面尚未取得重大突破,造成国内在共伴生非金属矿产利用领域的技术研究少、原始创新性严重不足、没有显示出自身的综合优势,未能体现共伴生资源应有的价值。发展共伴生非金属矿高效利用技术符合国家发展需要。

## 2.4 挖掘非金属矿资源特性,发展从资源到矿物材料的深加工技术,保障我国新能源新材料产业安全

面对全球经济和人口增长的能源需求,传统能源的日益枯竭,人类生存环境的恶化,发展新能源产业已成为调整现有能源结构、缓解能源危机、拉动经济复苏、解决环境问题的最佳途径<sup>[18]</sup>。材料是社会进步的物质基础,新材料是现代高新技术发展的先导和基石,材料技术的创新和新材料的发展对国家材料工业升级换代、创建国际竞争新优势、促进国家经济繁荣具有重要意义<sup>[19]</sup>。因此,近年来新能源新材料等战略性新兴产业加速发展。非金属矿物材料作为新能源新材料产业的基础原料,产品质量被提出了更高的要求。例如我国高纯石英制备技术研究起步晚,与国际先进水平的差距很大,所生产的石英制品大部分为中低端产品(4N及以下),主要用于低端电光源等行业。目前所需高端产品还需从国外高价进口,以满足光伏、电子信息及高端电光源等行业的生产需求<sup>[20]</sup>。2011年我国进口高纯石英的价格为6万元/t,而杂质含量为 $8 \times 10^{-6}$ (5N2)的超纯石英进口价高达16万元/t。因此,加强我国非金属矿的开发利用和深加工,提升产品的附加值是我国非金属矿业一项任重道远的艰巨任务。

## 3 结语

非金属矿产资源是一个地位不如金属矿显著但

又是作用日益重要的朝阳产业,其开发利用将成为国家综合实力竞争的重要手段。我国非金属矿已经成为非能源矿业的领头兵,就业人员居非能源矿业各行业之首。我国非金属矿的持续有效供给形势严峻,非金属矿产资源领域的科学技术亟需发展。今后非金属矿产资源领域需开展保护非金属矿功能特性的碎磨装备、大宗及共伴生非金属矿资源利用技术,以及非金属矿物材料深加工技术研究。

### 参考文献:

- [1] 冯安生,刘新海,郭珍旭.我国非金属矿业形势及加工技术进展(二)[J].矿产保护与利用,2006(1):48-54.
- [2] 叶张煌,张琪,闫强,等.中国非金属矿业可持续发展战略探讨[J].中国矿业,2014,23(6):4-9.
- [3] 国土资源部.全国矿业权设置方案数据库[DB/CD].北京:国土资源部,2015.
- [4] 吴小媛,王文利,于延棠,等.非金属矿产资源节约与综合利用技术进展[J].中国非金属矿工业导刊,2011(6):1-10.
- [5] 国土资源部.国办发通知要求对耐火粘土萤石开采生产进行控制[J].中国粉体工业,2010(1):34-35.
- [6] 谭琦,冯安生,刘新海,等.我国非金属矿科技发展现状及趋势[J].中国非金属矿工业导刊,2014(2):1-2.
- [7] 何金祥.澳大利亚的非金属矿工业[J].国土资源情报,2011(7):26-33.
- [8] 王文利,于延棠.非金属矿工业节约资源能源和减排的

- 思考[J].矿产保护与利用,2009(1):47-52.
- [9] 崔越昭.中国非金属矿业[M].北京:地质出版社,2008.
  - [10] 王文利.当前国际非金属矿工业发展趋势[J].建筑工业信息,2001(11):11-12.
  - [11] 王文利.非金属矿行业2014年经济运行分析[R].北京:中国非金属矿工业协会,2015.
  - [12] 冯安生,郭珍旭,刘新海.中国非金属矿物材料进展[J].矿产保护与利用,2006,6(3):49-54.
  - [13] 李湘洲.国外非金属矿产品的深加工及发展趋势[J].中国建材,1996(11):44-46.
  - [14] 吴琳梅,周春晖,王凡.国内外珍珠岩加工利用技术的对比分析和对策[J].中国非金属矿工业导刊,2012(2):7-11.
  - [15] 王坚,赵健.膨胀蛭石性能与生产工艺的关系[J].非金属矿,2005,28(2):29-31.
  - [16] 靳亲国,李静,刘炎军.我国红柱石的资源状况、生产和应用[J].耐火材料,2002,36(5):284-286.
  - [17] 吴吟.我国非金属矿工业的发展与展望[J].中国矿业,2002,11(2):3-5.
  - [18] 陈柳钦.国内外新能源产业发展动态[J].河北经贸大学学报,2011,32(5):5-13.
  - [19] 朱宏康,谷宾,刘书惠.国际新材料政策与计划研究[J].中国材料进展,2015,34(4):326-329.
  - [20] 汪灵,党陈萍,李彩侠,等.中国高纯石英技术现状与发展前景[J].地学前缘,2014,21(5):267-273.

## 《无机盐工业》2016年征订启事

《无机盐工业》(月刊)是全国中文核心期刊,是国家科委批准的无机化工行业公开发行的科技刊物,1960年创刊,国内外公开发行,主要报道国内外无机化工行业最新科技成果与技术进展,以及新技术、新工艺、新设备、新产品、新用途等方面的动态及商品信息、市场行情等。内设综述与专论、研究与开发、工业技术、环境·健康·安全、化工分析与测试、化工标准化、化工装备与设计、催化材料、电池材料、综合信息等栏目,是无机化工行业必不可少的良师益友。

本刊印刷精美、质量上乘、影响面广,是您在无机化工行业扩大产品影响的最佳选择。欢迎来函来电洽谈广告业务。同时,热诚欢迎您在本刊刊登新产品、新技术广告及企业、公司形象宣传广告。

《无机盐工业》月刊,80页,单价12.00元,全年共144.00元,邮发代号:6-23。

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系。编辑部订价168.00元/年(含邮费)。

地址:天津市红桥区丁字沽三号路85号《无机盐工业》编辑部。

邮编:300131 电话:022-26658343;26689072;26658341 传真:022-26658343

E-mail: book@wjygy.com.cn http://www.wjygy.com.cn

《无机盐工业》编辑部